



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2003268435 A**(43) Date of publication of application: **25.09.03**

(51) Int. Cl.

**C21C 7/00****C21C 7/04****C21C 7/06****C21C 7/068****C21C 7/10**(21) Application number: **2002074562**(22) Date of filing: **18.03.02**(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**(72) Inventor: **SASAI KATSUHIRO  
MATSUMIYA TORU  
OHASHI WATARU****(54) PROCESS FOR MANUFACTURING  
LOW-CARBON THIN STEEL SHEET AND ITS  
STRAND SLAB**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a process for manufacturing a low-carbon molten steel as a material for thin steel sheet, which may reliably inhibit surface defects by performing deoxidation using mainly Ti to inhibit generation of alumina inclusions, and a strand slab obtained through this process.

**SOLUTION:** In the process for manufacturing the

low-carbon thin steel sheet, 0.005 mass% Ti is added for deoxidation to molten steel whose carbon concentration is adjusted to 20.01 mass%, and Nd is further added before casting the molten steel. Here, the amount of Nd added is no less than an amount required for reductive decomposition of small amounts of dissolved oxygen and  $TiO_n$  inclusion left after Ti deoxidation but no more than an amount contaminating the molten steel by reacting with refractories or mold powders. An appropriate range of Nd concentration in the molten steel is 0.0001-0.01 mass%.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-268435

(P2003-268435A)

(43)公開日 平成15年9月25日(2003.9.25)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード(参考)
C 2 1 C	7/00	C 2 1 C	B 4 K 0 1 3
	7/04	7/04	H
	7/06	7/06	D
			E
		審査請求 未請求 請求項の数 8	OL (全 4 頁) 最終頁に続く

---

(21)出願番号	特願2002-74562(P2002-74562)	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 3 号
(22)出願日	平成14年 3 月18日(2002. 3. 18)	(72)発明者	笹井 勝浩 千葉県富津市新富20- 1 新日本製鐵株式 会社技術開発本部内
		(72)発明者	松宮 徹 千葉県富津市新富20- 1 新日本製鐵株式 会社技術開発本部内
		(74)代理人	100068423 弁理士 矢野 知之 (外 1 名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低炭素薄鋼板の製造方法とその鋳片

(57) 【要約】

【課題】 アルミナ介在物を生成させることがないように、Ti を主とした脱酸を行うことにより、確実に表面疵を防止できる薄鋼板用素材の低炭素溶鋼を製造する方法およびこれによって得られる鑄片を提供すること。

【解決手段】 炭素濃度を0.01質量%以下にした溶鋼に0.005質量%以上のTiを添加して脱酸し、その後Ndを添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の溶製方法。Ndの添加量は、Ti脱酸後に残留した少量の溶存酸素とTiO<sub>n</sub>系介在物を還元分解に必要な量以上であって、且つNdが耐火物やモールドパウダーと反応して溶鋼を汚染させない量以下であり、溶鋼中のNd濃度の適正範囲は0.0001以上0.01質量%以下である。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 低炭素薄鋼板の製造方法において、炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

【請求項 2】 低炭素薄鋼板の製造方法において、真空脱ガス処理により炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

【請求項 3】 低炭素薄鋼板の製造方法において、炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に 0.005 質量%以上の Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

【請求項 4】 低炭素薄鋼板の製造方法において、真空脱ガス処理により炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に 0.005 質量%以上の Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

【請求項 5】 低炭素薄鋼板の製造方法において、炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に 0.005 質量%以上の Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を 0.0001 質量%以上 0.01 質量%以下添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

【請求項 6】 低炭素薄鋼板の製造方法において、真空脱ガス処理により炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に 0.005 質量%以上の Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を 0.0001 質量%以上 0.01 質量%以下添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 から 6 の何れかの方法で鑄造して得られた低炭素薄鋼板の鑄片において、直径 0.5 から 30  $\mu\text{m}$  の微細酸化物が鑄片表層から 20mm の範囲内に 1000 個/ $\text{cm}^2$  以上 100000 個/ $\text{cm}^2$  未満分散していることを特徴とする鑄片。

【請求項 8】 請求項 1 から 6 の何れかの方法で鑄造して得られた低炭素薄鋼板の鑄片において、直径 0.5 から 30  $\mu\text{m}$  の微細酸化物が鑄片表層から 20mm の範囲内に 1000 個/ $\text{cm}^2$  以上 100000 個/ $\text{cm}^2$  未満分散し、且つその 60%以上が Nd を含んだ球状酸化物であることを特徴とする鑄片。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、加工性、成形性に優れた低炭素薄鋼板の製造方法およびこの方法によって得られた鑄片に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 転炉や真空処理容器で精錬された溶鋼中

には、多量の溶存酸素が含まれており、この過剰酸素は酸素との親和力が強い強脱酸元素である Al により脱酸されるのが一般的である。しかし、Al は脱酸によりアルミナ系介在物を生成し、これが凝集体として粗大なアルミナクラスターとなる。このアルミナクラスターは鋼板製造時に表面疵発生の原因となり、薄鋼板の品質を大きく劣化させる。特に、炭素濃度が低く、精錬後の溶存酸素濃度が高い薄鋼板用素材である低炭素溶鋼では、アルミナクラスターの量が非常に多く、表面疵の発生率が極めて高く、アルミナ系介在物の低減対策は大きな課題となっている。

【0003】 これに対して、従来は特開平 5-104219 号公報の介在物吸着用フラックスを溶鋼表面に添加してアルミナ系介在物を除去する方法、或いは特開昭 63-149057 号公報の注入流を利用して CaO フラックスを溶鋼中に添加し、これによりアルミナ系介在物を吸着除去する方法が提案、実施されてきた。一方、アルミナ系介在物を除去するのではなく、生成させない方法として、特開平 5-302112 号公報にあるように溶鋼を Mg で脱酸し、Al では殆ど脱酸しない薄鋼板用溶鋼の溶製方法も開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述したアルミナ系介在物を除去する方法では、低炭素溶鋼中に多量に生成したアルミナ系介在物を表面疵が発生しない程度まで低減することは非常に難しい。また、アルミナ系介在物を全く生成しない Mg 脱酸では、Mg の蒸気圧が高く、溶鋼への歩留まりが非常に低いため、低炭素鋼のように溶存酸素濃度が高い溶鋼を Mg だけで脱酸するには多量の Mg を必要とし、製造コストを考えると実用的なプロセスとは言えない。

【0005】 これらの問題を鑑み、本発明はアルミナ系介在物を生成させることがないように、Ti を主とした脱酸を行うことにより、確実に表面疵を防止できる薄鋼板用素材の低炭素溶鋼を製造する方法とこの方法によって得られた鑄片を提示することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、本発明は以下の構成を要旨とする。

(1) 低炭素薄鋼板の製造方法において、炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

(2) 低炭素薄鋼板の製造方法において、真空脱ガス処理により炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に Ti を添加して脱酸し、その後 Nd を添加した溶鋼を鑄造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

(3) 低炭素薄鋼板の製造方法において、炭素濃度を 0.01 質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に 0.00

5質量%以上のTiを添加して脱酸し、その後Ndを添加した溶鋼を鋳造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

(4) 低炭素薄鋼板の製造方法において、真空脱ガス処理により炭素濃度を0.01質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に0.005質量%以上のTiを添加して脱酸し、その後Ndを添加した溶鋼を鋳造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

(5) 低炭素薄鋼板の製造方法において、炭素濃度を0.01質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に0.005質量%以上のTiを添加して脱酸し、その後Ndを0.0001質量%以上0.01質量%以下添加した溶鋼を鋳造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

(6) 低炭素薄鋼板の製造方法において、真空脱ガス処理により炭素濃度を0.01質量%以下まで脱炭した後、該溶鋼に0.005質量%以上のTiを添加して脱酸し、その後Ndを0.0001質量%以上0.01質量%以下添加した溶鋼を鋳造することを特徴とする低炭素薄鋼板の製造方法。

(7) 前記(1)から(6)の何れかの方法で鋳造して得られた低炭素薄鋼板の鋳片において、直径0.5から30 $\mu$ mの微細酸化物が鋳片表層から20mmの範囲内に1000個/cm<sup>2</sup>以上100000個/cm<sup>2</sup>未満分散していることを特徴とする鋳片。

(8) 前記(1)から(6)の何れかの方法で鋳造して得られた低炭素薄鋼板の鋳片において、直径0.5から30 $\mu$ mの微細酸化物が鋳片表層から20mmの範囲内に1000個/cm<sup>2</sup>以上100000個/cm<sup>2</sup>未満分散し、且つその60%以上がNdを含んだ球状酸化物であることを特徴とする鋳片。

#### 【0007】

【発明の実施の形態】以下に本発明を詳細に説明する。本発明の溶製法では、転炉や電気炉等の製鋼炉で精錬し、その後好ましくは真空脱ガス処理して炭素濃度を0.01質量%以下とした溶鋼に、Tiを0.005質量%以上添加して脱酸を行った上で、Ndを添加する。この溶製法の基本思想は、溶存酸素濃度の高い溶鋼にTiを添加して、固相のTiO<sub>n</sub>系介在物を生成させ、これをNdで還元分解することにより微細なNd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系介在物またはTiO<sub>n</sub>-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系複合介在物を溶鋼中に分散させることにある。

【0008】溶鋼中の溶存酸素濃度が高い状態で添加されたTiは溶鋼中の溶存酸素と反応し、TiO<sub>n</sub>系介在物を生成する。TiO<sub>n</sub>系介在物は溶鋼中で固相であり、凝集体し難いため、比較的微細な介在物となる。このTiO<sub>n</sub>系介在物はさらに添加されたNdにより還元分解され、より微細なNd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系介在物またはTiO<sub>n</sub>-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系複合介在物を生成する。溶鋼は事前にTiで脱酸されているため、残存している少量の溶存酸素

とTiO<sub>n</sub>系介在物を還元分解するに必要なNd量を添加すれば良い。このため、真空脱ガス処理後の溶存酸素濃度が非常に高い溶鋼をNdだけで単独脱酸する溶製方法に比べてNd添加量を大幅に低減できる。さらに、Ndの蒸気圧は非常に低く、溶鋼に添加しても蒸発することがないため、Mgの添加に比べて歩留まりが非常に高く、コスト面でも有利である。Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系介在物またはTiO<sub>n</sub>-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系複合介在物は非常に凝集体し難い性質を有しているため、上記製造方法で一度微細なNd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系介在物またはTiO<sub>n</sub>-Nd<sub>2</sub>O<sub>3</sub>系複合介在物を生成させれば、取鍋内、タンディッシュ内及び鋳型内でも介在物は粗大化することなく、溶鋼中に微細に分散する。

【0009】本発明によって得られた鋳片の表層から20mmの範囲内における介在物分散状態を評価したところ、直径0.5から30 $\mu$ mの微細酸化物が鋳片内に1000以上100000個/cm<sup>2</sup>未満分散しており、その60%以上はNdを含んだ球状酸化物であった。このような酸化物分散状態、組成および形状を有する鋳片では圧延後に表面欠陥は発生しなかった。本願で鋳造とはインゴット鋳造および連続鋳造を含む。また、表層から20mmの範囲内における介在物分布に注目したのは、この範囲内の介在物が圧延後に表層に露出して、表面疵になる可能性が高いためである。なお、介在物の分散状態は、鋳片の研磨面を100倍と1000倍の光学顕微鏡で観察し、単位面積内の介在物粒径分布を評価した。

【0010】以上の結果から、本発明により介在物を溶鋼中に微細分散させることができるため、鋼板製造時に介在物は表面疵発生の原因とならず、薄鋼板の品質は大きく向上する。

【0011】自動車用外板向けの加工が厳しい極低炭素鋼板等では、加工性を付加するためにCをできるだけ低くする必要があり、C濃度は0.01質量%以下、好ましくは0.005質量%以下にするのが良い。

【0012】Ti濃度は0.005質量%以上にすることが好ましく、Ti濃度が0.005質量%未満になると、TiO<sub>n</sub>-FeO<sub>n</sub>系の液相介在物となるため、凝集体が促進され粗大な液相介在物となってしまう。添加するTiはスポンジ状Tiのように高純度Tiに限られたものではなく、Fe-Tiのような合金として添加しても上記効果は損なわれない。

【0013】Ndの添加量は、Ti脱酸後に生成したTiO<sub>n</sub>系介在物を還元するに必要な量以上であって、且つNdが耐火物やモールドパウダーと反応して溶鋼を汚染させない量以下である。実験的検討では、溶鋼中のNd濃度で0.0001質量%以上0.01質量%以下が適正範囲である。取鍋内でNdを添加する場合、Ti添加から1分以上置き、確実にTiO<sub>n</sub>系介在物が生成してからNdを添加し、TiO<sub>n</sub>系介在物を還元する方が、微細化効果は高い。また、Ndの添加は、必ずしも

取鍋内で添加する必要はなく、Ti脱酸後から鑄型内に流入するまでの間で添加すれば良く、例えばタンディッシュ内で添加することも可能である。さらに、Nd添加は純Ndで行うことも可能であるが、ミッシュメタル等のNdを含む合金で添加しても良い。

【0014】溶鋼中にAlは添加しないのが好ましいが、必要な場合には0.01質量%以下で添加しても、本発明の効果は損なわれない。このAl濃度であれば、Nd添加によりアルミナ系介在物も還元され、微細な介在物に改質されるためである。

【0015】

【実施例】以下に、実施例及び比較例を挙げて、本発明について説明する。

実施例1：転炉での精錬と環流式真空脱ガス装置での処理により炭素濃度を0.003質量%とした取鍋内溶鋼をTiで脱酸し、Ti濃度0.01質量%とした。Ti添加から1分後に、取鍋内溶鋼中にNdを添加し、Nd濃度0.002%の溶鋼を溶製した。この溶鋼を連続鑄造法で厚み250mm、幅1800mmのスラブに鑄造した。鑄造した鑄片は8500mm長さに切断し、1コイル単位とした。このようにして得られたスラブは、常法により熱間圧延、冷間圧延し、最終的には0.7mm厚みで幅1800mmコイルの冷延鋼板とした。鑄片品質につい

ては、冷間圧延後の検査ラインで目視観察を行い、1コイル当たりに発生する表面欠陥の発生個数を評価した。その結果、表面欠陥は発生しなかった。

【0016】比較例1：転炉での精錬と環流式真空脱ガス装置での処理により炭素濃度を0.003質量%とした取鍋内溶鋼をAlで脱酸し、Al濃度0.03質量%とした。さらに、Tiを添加し、Ti濃度0.01質量%の溶鋼を溶製した。この溶鋼を連続鑄造法で厚み250mm、幅1800mmのスラブに鑄造した。鑄造した鑄片は8500mm長さに切断し、1コイル単位とした。このようにして得られたスラブは、常法により熱間圧延、冷間圧延し、最終的には0.7mm厚みで幅1800mmコイルの冷延鋼板とした。鑄片品質については、冷間圧延後の検査ラインで目視観察を行い、1コイル当たりに発生する表面欠陥の発生個数を評価した。その結果、スラブ平均で5個/コイルの表面欠陥が発生した。

【0017】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によると、アルミナ系介在物を生成することなく、溶鋼中の介在物を微細化することができるため、確実に表面疵を防止できる加工性、成形性に優れた薄鋼板用の低炭素溶鋼を製造することが可能となる。

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターム(参考)

C 2 1 C 7/068  
7/10

C 2 1 C 7/068  
7/10

A

(72) 発明者 大橋 渡

千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

F ターム(参考) 4K013 AA07 AA09 BA02 BA08 BA14  
CE01 EA18 EA26